

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	面発光レーザとスローライトデバイスの集積化に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	島田敏和
Author(English)	Toshikazu Shimada
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9532号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小山 二三夫,浅田 雅洋,梶川 浩太郎,植之原 裕行,宮本 智之,大橋 弘美
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9532号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	島田 敏和	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	小山二三夫		教授	植之原裕行	教授
	審査員	浅田 雅洋		教授	宮本 智之	准教授
		梶川浩太郎		教授	大橋 弘美	学外審査員 (NTT)

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「面発光レーザとスローライトデバイスの集積化に関する研究」と題し、7章から構成されている。第1章「序論」では、極短距離光インターコネクタにおける高速・低消費電力光源への要求、スローライトを利用した小型機能デバイスの現状と課題について述べるとともに、面発光レーザとスローライトデバイスの集積化による面発光レーザの高機能化の必要性を指摘している。

第2章「面発光レーザとスローライト導波路の横方向集積」では、ブラッグ反射鏡導波路における低群速度伝搬について述べるとともに、本研究で新しく提案する面発光レーザとスローライト導波路の横方向集積の構造及び光結合の原理について述べている。モデリングにおいて両デバイス間の光結合効率率は50%以上が得られ、提案構造による集積化の可能性を示すとともに、実際に製作したスローライト導波路集積デバイスにより、面発光レーザからスローライト導波路への横方向光結合を初めて実証している。また、面発光レーザの共振モード制御の手法として集積デバイスに対するくびれ構造の導入を検討し、発振モードの安定化の可能性を示している。

第3章「面発光レーザとスローライト光増幅器の横方向集積」では、面発光レーザの横方向に集積したスローライト導波路に電流を注入することにより、スローライト光増幅器(SOA)の集積化を検討している。モデリングにおいて長さ50 μm の小型スローライトSOA集積により、7mWを超える単一モード出力の可能性を示しており、これはこれまで報告されている高出力シングルモード面発光レーザの出力と同程度の出力であると述べている。また、実際にSOA集積デバイスを製作し、最大出力6mW、7dB以上の微分子効率の向上を実証している。また、試作デバイスの課題を考察するとともに、更なる高出力化のための手法について検討している。

第4章「面発光レーザとスローライト変調器の横方向集積」では、面発光レーザの横方向に集積したスローライト導波路に電圧を印加することにより、電界吸収型スローライト変調器の集積化を検討している。長さ50 μm の小型スローライト変調器集積により、挿入損失2dB以下で5dB以上の消光比が得られ、高速かつ低消費電力動作の可能性をモデリングにより示している。また、実際に変調器集積デバイスを製作し、変調電圧1.4V以下で15dB以上の消光比を実現するとともに、スローライト変調器から面発光レーザへの戻り光が抑制されていることを示している。また、動特性としてスローライト変調器の小信号応答を測定し、約4GHzの3dB帯域が得られていると述べている。帯域制限の主要因は素子サイズであると考察し、デバイスの小型化による高速化の可能性を議論している。さらに、両デバイス間にイオン注入プロセスを導入し、プロトンイオン注入により、十分高い電氣的アイソレーションが可能であることを示している。

第5章「ビーム偏向器の集積化」では、面発光レーザの高機能化の観点から、スローライトビーム偏向器の集積化を検討している。スローライトビーム偏向器の原理及び高解像動作の可能性について述べるとともに、熱光学効果を利用した熱駆動オンチップビーム偏向器を製作し、偏向角4.5°以上、解像点数9以上のオンチップビーム偏向を実現している。また、温度変化の増大及び導波路損失の低減による伝搬距離の増大により、大きな解像点数が得られる可能性を示している。

第6章「面発光レーザ横方向集積化の展望」では、各機能デバイス集積による更なる高性能化の可能性について検討し、スローライト変調器による低消費電力と高速動作の両立、スローライトSOAによる10mWを超える単一モード出力及び熱駆動オンチップビーム偏向器による100を超える解像点数実現の可能性について述べている。

第7章「結論」では、本研究で得られた成果を総括している。

これを要するに本論文は、面発光レーザに小型スローライトデバイスを横方向に集積する新しい手法を提案し、その有効性を実証して、面発光レーザの高性能化・高機能化の可能性を提示したもので、工学上ならびに工業上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。